

HIDROGEOKIMIA AIRTANAH PADA KAWASAN KARST BIDUK-BIDUK, KABUPATEN BERAU, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

(Hydrogeochemistry of Groundwater on Karts of Biduk-Biduk, District of Berau, East Kalimantan Province)

Shalaho Dina Devy

Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda

E-mail: shalaho.d2@ft.unmul.ac.id

Abstrak

Provinsi Kalimantan Timur mempunyai kondisi geologi yang beraneka ragam, salah satunya kawasan karst Biduk-Biduk yang didominasi batugamping. Karst Biduk-Biduk berada di Kecamatan Biduk-Biduk, Kabupaten Berau. Sejalan dengan perkembangan industri semen di Indonesia yang memerlukan bahan baku utama batugamping, maka diperlukan kajian ilmiah mengenai potensi batugamping pada kawasan karst ini apabila akan dimanfaatkan. Tujuan penelitian ini yaitu, untuk mengetahui geokimia batugamping, fasies airtanah, dan tipe karst daerah Biduk-Biduk. Daerah Biduk-Biduk mempunyai geomorfologi karst yang unik, yaitu dataran karst, perbukitan karst, dan teras pantai. Berdasarkan geologi regional formasi batugamping banyak dijumpai pada Formasi Kuaro, Golok, Lembak, dan Tabular. Mineral utama yang dijumpai pada batugamping daerah penelitian adalah Kalsit (CaCO_3), Aragonite (CaCO_3), Dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), dan Chalsedony (SiO_2). Kajian hidrogeokimia dipengaruhi oleh proses lingkungan pada airtanah (kualitas) dan geokimia (mineral) batuan yang mempengaruhi kualitas dari air. Metode penelitian menggunakan metode induktif, yaitu menarik kesimpulan dari data kajian geologi, kajian geomorfologi, kajian geokimia, dan kualitas airtanah. Selain itu, dilakukan pula analisis mineral sampel batugamping dengan XRD dan XRF serta analisis kimia unsur utama untuk airtanah. Hasil analisis mineralogi yang menggunakan XRD di Laboratorium Pusat Survei Geologi, Bandung, menghasilkan analisis, bahwa mineral yang mendominasi batugamping adalah mineral kalsit kemudian diikuti oleh mineral kuarsa. Mineral kuarsa dijumpai pada sampel batugamping yang ada di permukaan dan di bawah permukaan. Berdasarkan hasil analisis geokimia (XRF) batugamping Biduk-Biduk dari Laboratorium Pusat Geologi, Bandung, memperlihatkan persentase CaO_2 sampel batuan yang berasal dari batugamping permukaan dan bawah permukaan mempunyai rata-rata di atas 49%, kategori kekerasan karbonat lebih dari 50%, dan sifat kimia airtanah didominasi oleh alkali tanah dan basa dengan elemen mayor CaO dan SiO_2 .

Kata Kunci: Biduk-Biduk, Hidrogeokimia, mineral, batugamping.

Astract

East Kalimantan Province has a diverse geological conditions, one of which is karst-dominated limestone. Karst of Biduk-biduk are located in district of Berau. condition of the development of cement industry in Indonesia which require the main raw material of limestone, hence the need of scientific study about potency of limestone in this area. The purpose of this research is to know the geochemistry of limestone, groundwater facies, and karst type. The area of Biduk-Biduk has a unique karst geomorphology, namely karst plains, karst hills, and beach terraces. Based on the regional geology of the formation of limestone are often found in the Kuaro Formation, Golok Formation, Lembak Formation, and Tabular Formation. The main minerals found in limestones in the study area were Calcite (CaCO_3), Aragonite (CaCO_3), Dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), and Chalsedony (SiO_2). Hydrogeochemical studies ware influenced by environmental processes in groundwater (quality) and geochemistry (minerals) rocks that affect the quality of water. Research method using inductive method, that is drawing conclusion from data of geology study, geomorphology study, geochemistry study, and groundwater quality. In addition, also conducted mineral analysis of limestone samples with XRD and XRF and chemical analysis of the main elements for groundwater. The result of mineralogy analysis, that mineral dominating limestone was mineral calcite then followed by quartz mineral. Percentage of CaO_2 rock samples derived from surface and subsurface limestone had average above 49%, carbonate hardness category more than 50%, and nature groundwater chemistry was dominated by alkaline with major elements CaO and SiO_2 .

Keywords: Biduk-biduk, , Hydrogeochemistry, Mineral, Limestone

PENDAHULUAN

Menurut Hem (1970) dan Gili et. al. (2012) analisis karakteristik hidrogeokimia dapat digunakan untuk menganalisis proses-proses lingkungan (pembentukan dan sedang berlangsung) yang terjadi pada airtanah dan menganalisis tipe batuan yang dominan berpengaruh terhadap kualitas air.

Berdasarkan ruang lingkup wilayah penelitian, lokasi subyek penelitian berada di Kecamatan Biduk-Biduk, Kabupaten Berau, Propinsi Kalimantan Timur. Daerah Biduk-Biduk dibangun oleh batugamping hasil interaksi proses endogen dan proses eksogen membentuk permukaan bumi menjadi morfologi yang spesifik, yang berbeda dengan daerah bukan batugamping, yang disebut topografi karst. Karena batugamping (banyak mengandung CO₂) mudah larut di dalam air yang bersifat asam, maka pada pembentukan topografi karst proses eksogen lebih dominan dibandingkan dengan endogen. Proses eksogen yang berperan dalam pembentukan topografi karst adalah pelarutan, pengikisan oleh air, dan pengendapan.

Banyaknya sumberdaya dan cadangan batugamping dalam kawasan karst, maka pemerintah melalui Kementerian ESDM mengeluarkan Keputusan Menteri tentang peruntukan kawasan karst agar tidak menyalahi peruntukannya yang mengacu pada kemanfaatan, keilmuan, sosial-masyarakat, dan lingkungan. Keputusan Menteri tersebut, yaitu: Kep. Men. ESDM. No: 1456 K/20/MBM, tahun 2000, dibagi menjadi tiga kelas sesuai dengan peruntukannya.

1. Kawasan karst kelas 1

Di dalam kawasan ini tidak diperkenankan melakukan kegiatan pertambangan, kecuali tidak berpotensi mengganggu proses karstifikasi, merusak bentuk-bentuk karst di bawah dan di atas permukaan serta merusak fungsi kawasan karst. Ciri-ciri:

- Berfungsi sebagai penyimpan airtanah secara permanen;
- Banyak terdapat jaringan aliran sungai bawah tanah;
- Banyak terdapat gua yang mengandung speleothem, peninggalan sejarah, objek budaya dan wisata;
- Mempunyai nilai tinggi dalam perkembangan ilmu pengetahuan

2. Kawasan karst kelas 2

Diperkenankan melakukan kegiatan pertambangan dan kegiatan lain yang ditentukan oleh pemerintah setempat. Ciri-ciri:

- Berfungsi sebagai pengimbuhan air fisik yang merupakan pengambilan bahan bakunya air bawah tanah
 - Banyak terdapat gua dan jaringan aliran sungai bawah tanah yang sudah kering dan runtuh;
 - Sebaran batuanannya sangat terbatas tapi mengandung unsur-unsur ilmiah tinggi
3. Kawasan karst kelas 3

Kawasan ini memiliki ciri-ciri yang tidak dimiliki oleh karst kelas 1 dan kelas 2. Pada daerah ini dapat dilakukan kegiatan-kegiatan sesuai dengan ketentuan pemerintah.

Tujuan penelitian ini yaitu, untuk mengetahui geokimia batugamping, fasies airtanah, dan tipe karst daerah Biduk-Biduk.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan metode induktif yaitu menarik kesimpulan dari data kajian geologi, kajian geomorfologi, kajian geokimia dan kualitas airtanah. Selain itu, dilakukan pula analisis mineral sampel batugamping dengan XRD dan XRF serta analisis kimia unsur utama untuk airtanah. Penelitian ini menggunakan eksperimen semu (*Quasi Experiment Research*) yang disebabkan banyaknya data primer di lapangan dan bukan hanya menggabungkan teori-teori untuk menarik suatu kesimpulan tertentu. Adapun urutan tahapan-tahapan dari metode penelitian ini meliputi: (1) persiapan; (2) pelaksanaan dan pekerjaan lapangan; (3) pengolahan dan analisis data, dan (4) penyelesaian dan kesimpulan.

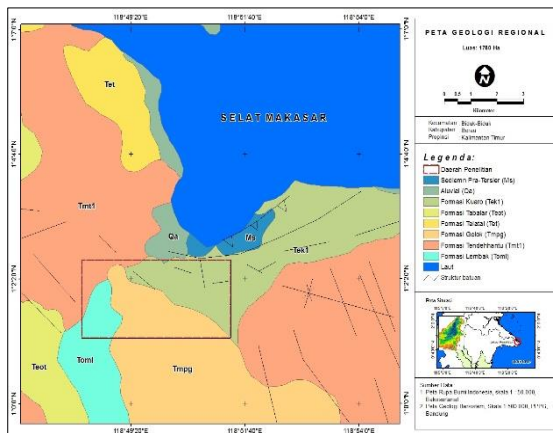
HASIL DAN PEMBAHASAN

Geologi Daerah Model Penelitian

Berdasarkan peta geologi regional lembar Tanjung Mangkaliat skala 1:500.00 (Djamal, dkk., 1995) dan survey geologi lanjut di lokasi, daerah penelitian masuk dalam empat formasi, yaitu (1) Formasi Tabalar, (2) Formasi Lembak, (3) Formasi Golok, dan (4) Formasi Kuaro, seperti terlihat pada Gambar Secara singkat, uraian dari formasi-formasi tersebut sebagai berikut:

- Formasi Tabalar (Teot), didominasi oleh batugamping, putih abu-abu pucat. Umur formasi Eosen Akhir-Oligosen Awal. Formasi ini diendapkan di lingkungan laut dangkal dengan ketebalan mencapai 550 meter. Bagian bawah formasi diprediksi menjari dengan Formasi Telakai, Formasi Kuaro dan bagian atas tertindih tak selaras oleh Formasi Lembak.

2. Formasi Lembak (Toml) mayoritas terdiri dari Perselingan napal dan batugamping, bagian bawah didominasi batugamping. Sementara itu, pada bagian atas didominasi oleh napal. Formasi ini menindih secara selaras Formasi Tabalar dan tertindih tak selaras oleh Formasi Tendehtantu. Umurnya Oligosen Akhir-Miosen Awal, yang diendapkan di lingkungan laut dangkal-neritik. Ketebalan mencapai 400 meter.
3. Formasi Golok (TmPg). Terdiri dari napal yang bersisipan dengan lempung, batugamping napalan. Moluska, dan material batubara berwarna kelabu kekuningan sampai coklat. Foraminifera yang dijumpai adalah: Globigerinoides exstremus, Spaeroidinellopsis, dan fosil bentosnya, Dentikina sp., Pleurostomela sp, textularia sp. Kumpulan fosil ini menunjukkan umur Miosin Akhir-Pliosen, dengan lingkungan pengendapan Neritik-batyal. Ketebalan mencapai 250 m.
4. Formasi Kuaro (Tet). Mayoritas serpih, batupasir, konglomerat, batulanau, breaksi, napal, dan batugamping bersisipan batubara. Umur formasi ini adalah Eosen, diendapkan di lingkungan laut dangkal. Ketebalan formasi ini mencapai 700 meter. Formasi ini menindih tak selaras batuan pra-Tersier dan menjemari dengan Formasi Telakai.



Gambar 1. Peta Geologi Regional daerah penelitian

Struktur geologi daerah penelitian terdiri dari lipatan dan patahan berupa antiklin dengan arah sumbu lipatan umumnya barat-timur. Bentuk lipatan berupa lipatan landai dan terbuka. Struktur patahan adalah berupa patahan naik, mendatar, dan normal. Patahan naik yang dijumpai di daerah Teluk Sumbang diduga menyebabkan batuan pra-Tersier naik ke permukaan. Sesar naik ini berarah timur laut hingga ke barat daya. Sesar mendatar yang dijumpai

disebelah barat berarah barat laut sampai tenggara, jenis dekstral. Sedangkan sesar normal yang dijumpai di sebelah utara dan timur berarah barat laut ke tenggara dan utara ke selatan.

Kegiatan tektonik diduga terjadi sejak zaman Kapur dengan ditandai kehadiran runtuhannya atas ofiolit sebagai Kerak Samudra (*Ocean Crust*). Awal Tersier di daerah penelitian diendapkan sedimen klastik, kemudian ditutup oleh endapan karbonat yang sangat tebal. Pada Tersier tengah dan akhir Tersier daerah ini mengalami pelipatan dan pensesaran.

Geomorfologi Daerah Biduk-Biduk

Mengacu klasifikasi geomorfologi yang bersumber dari Van Zuidam (1983), daerah Biduk-Biduk yang dimodifikasi sesuai dengan kondisinya, dibedakan menjadi tiga satuan geomorfologi, antara lain:

a. Satuan geomorfologi dataran karst

Satuan dataran ini berada di tengah, barat, dan selatan. Satuan geomorfik ini tersusun dari batugamping pasir dan batugamping berlapis (*Wacke-stone*). Topografi relatif datar dengan kemiringan kurang dari 5% dan elevasi 10 hingga 50 meter di atas permukaan laut. Satuan geomorfologi mengalami gejala karstifikasi, yaitu dijumpainya rongga-rongga, gua-gua, dan aliran air yang berasal dari celah-celah batugamping yang membentuk mata air. Gambaran di daerah lokasi satuan geomorfologi dataran karst dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Dataran karst daerah Biduk-Biduk

b. Satuan geomorfologi perbukitan

Gambar 3, merupakan gambar kondisi geomorfologi perbukitan daerah Biduk-Biduk.



Gambar 3. Geomorfologi perbukitan daerah Biduk-Biduk

Satuan geomorfik perbukitan karst di daerah penelitian mempunyai elevasi ketinggian 230 – 270 meter di atas permukaan laut. Satuan ini terletak di bagian barat, ujung barat, dan utara daerah penelitian. Satuan geomorfologi ini terdiri dari kubah-kubah batugamping yang mempunyai beda ketinggian antara bagian kaki dengan puncak mulai dari 100 – 250 meter dengan diameter 150 hingga 450 meter. Bukit-bukit ini berada di daerah yang mempunyai sudut lereng antara 5° - 20° .

c. Satuan geomorfologi teras pantai

Satuan ini menempati daerah timur laut yang berada di Teluk Sumbang. Satuan ini mempunyai topografi datar hingga bergelombang dengan sudut lereng 0° hingga 2° . Beda tinggi pada satuan ini adalah 1 – 15 meter dan terletak pada elevasi 1 – 75 meter dari permukaan laut. Batuan penyusunnya adalah batugamping pacstone dan endapan material lepas hasil dari rombakan batugamping. Deskripsi morfologi teras pantai di lapangan tersaji pada Gambar 4.



Gambar 4. Satuan Geomorfologi teras pantai daerah Biduk-Biduk.

Tipe Karst Daerah Biduk-Biduk

Berdasarkan kajian hidrologi, curah hujan merupakan media pelarut utama dalam proses karstifikasi dan menentukan tipe karst. Semakin besar curah hujan, semakin besar media pelarut, sehingga tingkat pelarutan yang terjadi di batuan

karbonat juga semakin besar. Ketinggian batugamping terekspos di permukaan menentukan sirkulasi/drainase secara vertikal.

Berdasarkan observasi lapangan (kajian hidrologi, geologi dan geomorfologi) dan kajian karst, batugamping daerah Biduk-Biduk masuk pada tipe karst ke-2. Sebagai acuan dan korelasi dari tipe tersebut antara lain:

1. Daerah penelitian merupakan daerah imbuhan airtanah yang bagian permukaannya didominasi oleh lapisan *top soil* dan batupasir yang menjadi daerah imbuhan sekaligus akuifer.
2. Terdapat gua-gua kecil yang kering/tanpa aliran airtanah dan gua-gua yang runtuh yang ditandai dengan kondisi kering ketika musim kemarau dan musim hujan.

Geokimia Batugamping Biduk-Biduk

Menurut Massinai (2016) dan diaplikasikan pada kondisi daerah penelitian hasil survey dan analisis, ada beberapa mineral utama yang mendominasi batugamping daerah Biduk-Biduk, antara lain:

1. Kalsit (CaCO_3), material strukturnya sebagian besar dari invertebrata laut, merupakan komponen utama dari batugamping (limestone) dan mengkristal dalam sistem trigonal. Kalsit diendapkan oleh suatu organisme yang secara umum memiliki kadar magnesium yang kecil yang dibatasi dalam kisi-kisi kristal yang mengandung besi dan mangan berasal dari proses diagenetik;
2. Aragonite (CaCO_3), material strukturnya dari moluska laut, terkadang terendapkan dalam air dangkal yang hangat dan mengkristal dalam sistem orthorhombik, dibandingkan dengan kalsit, kestabilannya lebih rendah dan lebih larut dan sering mengkristal menjadi kalsit;
3. Dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), diketahui sebagai mineral sedimen primer, tetapi lazimnya hasil dari investasi sedimen kalsit oleh air asin dan kaya dengan magnesium yang menyebabkan rekristalisasi dolomite pengganti kalsit;
4. Chalcedony (SiO_2), material strukturnya mengandung silika dan sedikit invertebrata laut, khususnya radiolarian.

Batuan sedimen batugamping disusun dari sisa-sisa tumbuhan dan binatang yang menghasilkan kalsium karbonat, yang sebagian dari metabolismenya membentuk bagian utama dari batugamping.

Komponen lainnya adalah dari pengendapan secara kimiawi atau oleh proses biokimia, secara bersama-sama tersedimentasi pada dasar laut dan hal ini tidak memiliki karakter yang seragam di seluruh bagiannya. Jadi, batugamping bukan merupakan komposisi yang seragam.

Geokimia berhubungan dengan sedimen kimia dapat dianalogikan dengan sedimen kimia yang terbentuk di danau dan laut di permukaan bumi. Sedimen batugamping diklasifikasikan ke dalam istilah sesuai dengan mineral yang dominan, yaitu:

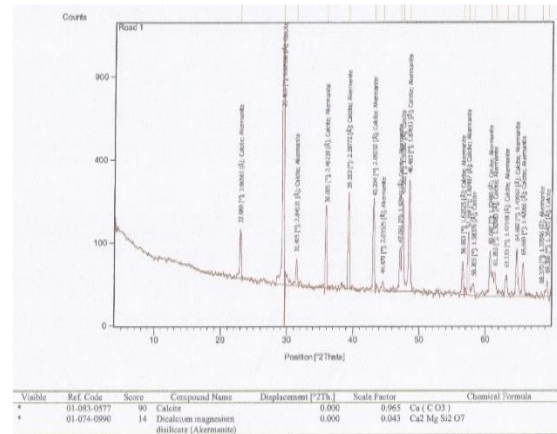
1. Mineral karbonat
2. Mineral evaporate
3. Mineral fosfat dan nitrat
4. Mineral oksida dan mineral lain

Mineral karbonat melingkupi klasifikasi speleothem. Air berkarbonat terutama mengandung Ca^{2+} dan Mg^{2+} dengan konsentrasi Sr^{2+} dan Na^{2+} yang kecil. Kebanyakan karbonat gua mengandung sedikit magnesium dan kalsit. Konsentrasi satu hingga dua persen.

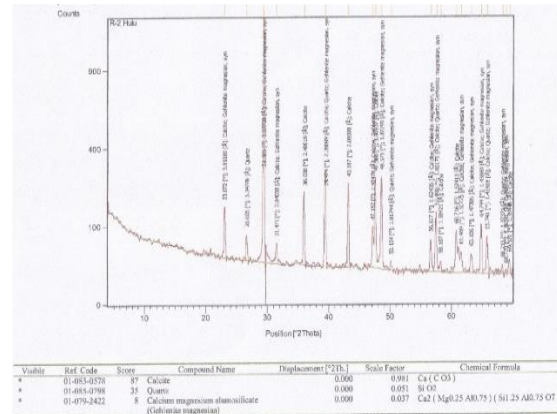
Hasil analisis mineralogi yang menggunakan XRD di Laboratorium Pusat Survei Geologi, Bandung, menghasilkan analisis, bahwa mineral yang mendominasi batugamping adalah mineral kalsit kemudian diikuti oleh mineral kuarsa. Mineral kuarsa dijumpai pada sampel batugamping yang ada di permukaan dan di bawah permukaan.

Secara ringkas, hasil analisis defraksi XRD (radiasi Cu-K α), mineral-mineral yang dijumpai pada daerah penelitian hasil analisis dengan sudut defraksi (2 θ) dan indek millier meliputi: (1) **Calcite** (kalsit) mempunyai *strong peak* 3,02 Å dan mengalami kenaikan menjadi 2,2 Å ketika dipanaskan hingga 550 °C, (2) **Quartz** (kuarsa) umumnya memperlihatkan *strong peak* pada ~1,5 Å pada basal pertama dan mengembang menjadi 2-3 Å ketika preparat (sampel lempung) diberi larutan glikol, namun *strong peak* relatif konstan pada intensitas 3,3 Å apabila preparat dipanaskan hingga 550 °C. Basal kedua dan ketiga akan memperlihatkan panjang gelombang menjadi 3,5 Å.

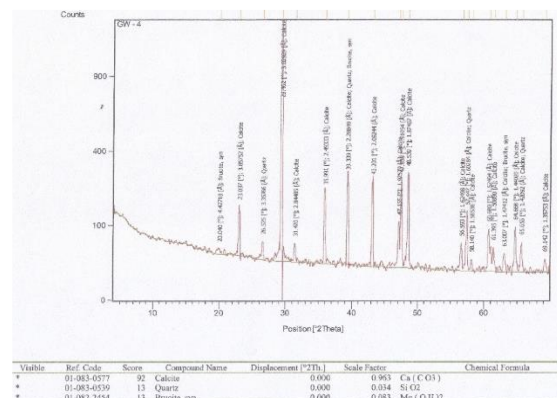
Deskripsi singkat hasil mineral dengan XRD dapat dilihat pada Gambar 5 hingga 7, dengan hasil sampel batuan sebagai berikut: pada lokasi batugamping dipermukaan (G-H dan G-I) didominasi oleh mineral kalsit, kemudian mineral kuarsa. Mineral kuarsa merupakan mineral dengan komposisi utama SiO_2 dengan bentuk kristal trigonal dengan sebaran hampir merata pada sampel batuan yang diambil. (2) lokasi bawah permukaan (G-S), sampel batuan didominasi oleh mineral kalsit kemudian mineral kuarsa, yang secara kauntifikasi mirip dengan sampel batugamping permukaan.



Gambar 5. Hasil analisis XRD sampel batugamping permukaan (R-H) di Biduk-Biduk



Gambar 6. Hasil analisis XRD sampel batugamping permukaan (R-I) di Biduk-Biduk



Gambar 7. Hasil analisis XRD sampel batugamping bawah permukaan (G-S) di Biduk-Biduk

Berdasarkan hasil analisis geokimia (XRF) batugamping Biduk-Biduk dari Laboratorium Pusat Geologi, Bandung, memperlihatkan persentase CaO_2

sampel batuan yang berasal dari batugamping permukaan dan bawah permukaan mempunyai rata-rata di atas 49%. Secara singkat, unsur-unsur kimia hasil analisis tersebut terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis unsur-unsur kimia batugamping Biduk-Biduk.

No	Oksida	Satuan	G-S	G-H	G-I	Rerata
1	SiO ₂	%	3,49	2,77	1,17	2,47
2	TiO ₂	%	0,07	0,05	0,015	0,044
3	Al ₂ O ₃	%	0,96	0,98	0,474	0,81
4	Fe ₂ O ₃	%	0,56	0,99	0,15	0,57
5	MnO	%	0,00	0,02	0,01	0,01
6	CaO	%	49,5	49,9	52,5	50,65
7	MgO	%	3,09	2,61	1,68	2,46
8	Na ₂ O	%	0,07	0,04	0,09	0,069
9	K ₂ O	%	0,15	0,12	0,04	0,10
10	P ₂ O ₅	%	0,03	0,04	0,03	0,04
11	SO ₃	%	0,03	0,02	0,02	0,02
12	LOI	%	41,4	41,75	42,67	41,94
13	SrO	%	0,177	0,1	0,29	0,19

Sumber: Laboratorium Pusat Geologi, Bandung, 2016

G-S= sampel bawah permukaan

G-H & G-I= sampel batuan permukaan

Kualitas Airtanah Daerah Biduk-Biduk

Faktor kualitas air merupakan faktor yang penting disamping faktor kuantitas. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas airtanah dalam satu sistem (Engelen, 1981) terdiri dari tiga komponen, yaitu material (macam tanah/batuan), macam pengaliran (*transport*), dan proses perubahannya. Pada penelitian ini, kualitas air tanah diperlukan untuk mengetahui fasies airtanah yang dihubungkan dengan geokimia dan mineralogi batugamping. Data yang diambil untuk menentukan fasies airtanah berupa kandungan ion-ion utama dari Kation dan anion. Kandungan Kation terdiri dari kalsium, magnesium, natrium, kalium, besi, mangan sedangkan untuk anion antara lain: klorida, sulfat, bikarbonat, karbonat, nitrat, dan kadang-kadang fluorida. Selain itu, SiO₂, jumlah garam terlarut atau daya hantar listrik, suhu, dan pH.

Komposisi kimia padatan total terlarut (*Total Dissolved Solids*, TDS) dari sampel air yang mempunyai nilai bervariasi dengan kisaran yang jauh (Tabel 2). Nilai TDS airtanah mempunyai kisaran antara 190 – 288 mg L⁻¹. Suhu air yang diambil secara mempunyai suhu yang relatif sama dengan kisaran 28 – 29,3 °C. Sementara itu, pH yang terukur di lokasi menunjukkan mempunyai tingkat pH yang cenderung netral hingga agak basa, yaitu 7,2 – 8,5.

Prinsip interpretasi dari ion-ion didasarkan pada hubungan ion-ion penyusun airtanah dan sangat berguna untuk tujuan klasifikasi, korelasi, analisis, sintesis, dan ilustrasi (Zaporozec, 1972).

Hasil analisis Kation dan anion utama dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis fisika dan kimia airtanah daerah Biduk-Biduk

ID	TDS* Mg/L	pH*	Suhu* °C	Ca+						
				Na Mg/L	Mg Mg/L	K Mg/L	Cl Mg/L	HCO ₃ ⁻ Mg/L	SO ₄ ²⁻ Mg/L	
G-1	283	7,6	29	1,214	4,18	0,431	2,893	292,9	6,4	
G-2	223	7,8	28	1,063	4,658	1,013	5,397	22,18	19,33	
G-3	278	7,2	28,1	1,492	4,357	0,535	3,207	292,1	7,654	
G-4	250	7,9	28,2	1,138	4,594	0,48	7,35	245,1	16,68	
R-1	219	8,5	28,13	1,606	3,027	0,175	2,659	221,2	3,293	
R-2	203	7,8	29,3	1,027	3,276	0,377	3,856	245,1	4,482	
R-3	288	8	28,2	1,194	4,513	0,342	4,049	304,8	5,836	
R-4	190	8,3	28,17	0,013	3,067	0,189	1,227	197,2	4,435	

Sumber: Hasil analisis kimia air Lab. Sucofindo, 2016

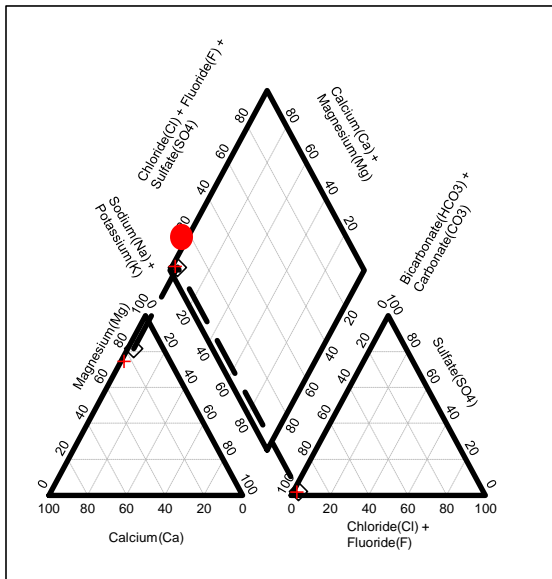
*) Analisis insitu

Analisis kimia sampel air dilakukan di laboratorium PT. Sucofindo Balikpapan. Metode yang digunakan dalam analisis meliputi,

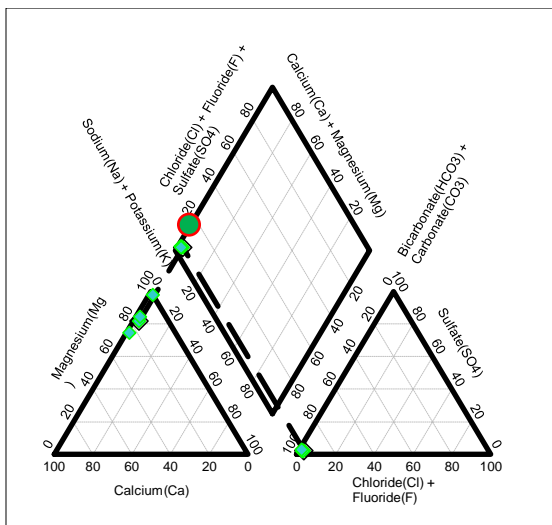
- Metode AAS (*Atomic Absorbition Spectrophotometer*) atau SSA (Spektrofotometer Serapan Atom) dengan alat AAS varian AA 240 FS untuk mengukur konsentrasi kation dan anion dari senyawa-senyawa dalam air, seperti Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MgO, K₂O, Na₂O, SiO₂, dan CaO;
- Metode UV-VIS yang didasarkan pada radiasi ultraviolet untuk mengidentifikasi kadar SO₄²⁻;
- Metode gravimetri untuk mengidentifikasi kadar H₂O dan bikarbonat HCO₃⁻.

Berdasarkan metode kurlov (Fetter, 1988), klasifikasi kelas air yang bersumber dari hasil pengeplotan konsentrasi kation-anion air pada diagram piper menunjukkan, bahwa daerah penelitian masuk dalam kelas kalsium bikarbonat (Ca²⁺-(HCO₃⁻)).

Gambar 8 dan 9 merupakan hasil pembagian klasifikasi tipe air yang didasarkan Hounslow (1995). Daerah penelitian terdapat satu tipe kualitas air. Klasifikasi ini berasal dari interpretasi hasil pengeplotan mayoritas kation anion pada diagram *piper*. Kualitas air dengan kekerasan karbonat (alkalinitas sekunder) lebih dari 50% dengan sifat kimia airtanah yang didominasi oleh alkali tanah, kalsit, dan basa. Selain itu, dominasi anion bikarbonat dalam sampel airtanah mengindikasikan tingginya alkalinitas pada sampel airtanah.



Gambar 8. Hasil pengeplotan diagram piper sampel airtanah G-1 hingga G-4



Gambar 9. Hasil pengeplotan diagram piper sampel airtanah R-1 hingga R-4

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis XRD dan XRF, geokimia batugamping daerah Biduk-Biduk didominasi oleh mineral kalsit dengan oksida karbonat (CaO) dengan jumlah 49 – 52%.
2. Fasies airtanah daerah Biduk-Biduk masuk dalam kategori kekerasan karbonat lebih dari 50% dengan sifat kimia airtanah didominasi oleh

anion bikarbonat (alkalinitas tinggi) yang merupakan hasil pelarutan airtanah dengan CaO.

3. Berdasarkan observasi lapangan (kajian hidrologi, geologi dan geomorfologi) dan kajian karst, batugamping daerah Biduk-Biduk masuk pada tipe karst ke-2.

DAFTAR PUSTAKA

- Buachidze, G.J. & T.Z., Kiknadze, 1992, *Hydrogeology Karst in West Georgia, Hydrogeology of Selected Karst Region*, Vol. 13: P. 31-40
- Djamal, B., Sudana, S., Soetrisno, Baharuddin, Hasan, K., 1995, Peta Geologi Lembar Tanjung Mangkaliat, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Estaben, M., 1996, *Karst System from Prospect to Reservoir*, Jakarta: Carbonate International Ltd.
- Fetter, C.W., 1988, *Applied Hydrogeology (fourth edition)*: Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA
- Freeze, R. Allan., and John A. Cherry, 1979, *Groundwater*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall
- Gilli, E., Mangan, C., and Mudry, J., 2012, *Hydrogeology: Objectives, Methods, Application*, CRC, Press.
- Haryono, Eko, Adji, 1996, Geomorfologi dan Hidrologi Karst, Kelompok Studi Karst, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta
- Hem, J.D., 1970, *Study and Interpretation of the Characteristic of Natural Water*, United State Government Printing Office, Washington D.C.
- Hendrayana, H., 2000, Konservasi Airtanah: Makalah Kursus Konservasi Sumberdaya Alam, BAPEDALDA Prop. DIY, Yogyakarta, p. 1–11
- Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, Nomor: 1456 K/20/MEM/2000, tentang Pedoman Pengelolaan Kawasan Kars, Jakarta
- Kusumayudha, S.B., 2005, Hidrogeologi Karst Dan Geometri Fractal Di Daerah Gunung Sewu, PT. Adicita Karya Nusa, Yogyakarta
- Mahler, B. & Bennet. P., 1991, *The Interaction of Flow Mevhanic And Aqueous Chemistry In Texas Hill Country Grotto*, Proc. of Third Conference on Hydrogeology, Ecology, Monitoring and Management of Groundwater In Karst Terraines, Nashville, NGWA. P. 405-414

- Massinai M.A., 2016, Geomorfologi Tektonik, CV. Pustaka Ilmu Group, Yogyakarta
- Monroe, W.H., 1976, *The Karst Landforms of Puerto Rico*, New York, Government Printing Office, USA
- Prastistho, B., 1995, Permasalahan Manajen Air: Suatu Kasus di Gunung Kidul, Pusat Penerbit dan Percetakan UPN “Veteran” Yogyakarta
- Puradimaja, D.J., 1993, Penyusun Tipologi Pakaet Penelitian Sumber Daya Air, LAPI ITB-Departemen Transmigrasi, Bandung
- Suratman, Kusumadinatha, Suparka, 1994, *Stratigraphic Sequence and Carbonate Diagenesis of Paciran Formation Northern-East Java Basin*, *Proceeding PIT IAGI*, V. 1
- Sutoyo, 1994, Sekuen Stratigrafi Karbonat Gunung Sewu, *Prosiding PIT IAGI XXIII*, Vol. 1.
- Smart, P.L., A.J., Edward, & Hobbs, S.L., 1991, *Heterogenity in Carbonate Aquifers: Effect of Scale Fissuration, Lithology, and Karstification*, *Proceeding Third Conference on Hydrogeology, Ecology, Monitoring, and Management of Groundwater in Karst Terranes*, Nashville, NGWA
- Todd, D.K., 1980, *Groundwater Hydrology (second edition)*: John Wiley and Sons, Ltd., New York, USA, 535 p.
- Van Zuidam, R.A, and Zuidam C., F.I., 1979, *Terrain Analysis And Classification Using Aerial Photographs A Geomorphological Approach*: ITC, Text Book, USA, p. 11–14
- White, W.B., 1988, *Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains*, New York, Oxford University Press, USA
- Zaporozec, A., 1972, *Graphical Interpretation of Water-Quality Data*, *Ground Water Journal*, Vol. 10, No. 2, p. 32–43